

EKSTRAKSI, FILTRASI MEMBRAN DAN UJI STABILITAS ZAT WARNA DARI KULIT MANGGIS (*Garcinia mangostana*)

Asep Muhamad Samsudin (L2C005239) dan Khoiruddin (L2C005271)

Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing : Dr. I. Nyoman Widiasta, ST. MT

Abstrak

Buah manggis (*Garcinia mangostana*) adalah buah tropis yang mempunyai banyak keunggulan dibanding buah lainnya. Salah satu bagian buah manggis yang dapat dimanfaatkan adalah kulit buahnya, yaitu sebagai penghasil zat warna alam. Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) bisa dipakai sebagai pewarna alami makanan karena menghasilkan warna ungu yang dihasilkan oleh pigmen yang bernama anthosianin seperti cyanidin-3-sophoroside, dan cyanidin-3-glucoside. Pada penelitian ini ditekankan pada pencarian suhu yang tepat untuk mengekstraksi pigmen kulit buah manggis dengan solven air dan untuk mengetahui stabilitas pigmen tersebut pada berbagai kondisi. Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap I untuk mengekstrak pigmen kulit manggis dengan solven air pada berbagai suhu (30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, dan 90 °C), kemudian filtrasi membran untuk pemekatan produknya menggunakan jenis membran Reverse Osmosis. Tahap II adalah menguji stabilitas pigmen yang dihasilkan pada berbagai kondisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi zat warna dari kulit manggis (*Garcinia mangostana*) pada suhu 90 °C menghasilkan ekstrak zat warna yang memiliki intensitas warna tertinggi dengan absorbansi maksimalnya 0,100. Penggunaan membran pada proses pemekatan zat warna selama 1 jam, menunjukkan laju permeat yang relatif stabil. Hasil karakterisasi zat warna pada berbagai keadaan adalah sebagai berikut : (1) Pengaruh penyimpanan pada kondisi dingin (dalam kulkas) selama 2 hari memiliki absorbansi puncak 0,252, sedangkan pada suhu kamar memiliki absorbansi lebih kecil yaitu 0,159. (2) Pengaruh pH, pH 4 absorbansinya menjadi 0,158, pH 3 menjadi 0,362, dan pada pH 2 absorbansinya 0,672 (3) Pengaruh sinar matahari selama 3 jam memiliki absorbansi 0,190 selama 6 jam absorbansinya 0,203. (4) pengaruh oksidator jam ke 1 absorbansinya 0,051, jam ke 2 absorbansinya 0,044 (5) Pengaruh lama penyinaran lampu hari ke 1 absorbansi 0,289 hari ke 2 absorbansinya 0,269.

Kata kunci: ekstraksi; filtrasi membran; manggis; zat warna

Abstract

Mangosteen Fruit (*Garcinia mangostana*) are tropical fruit that have a lot of advantages that another fruits. One of mangosteen fruit part that can be utilized is its rind, which is as producer of nature pigment. Mangosteen skin (*Garcinia mangostana* L.) can be used as colouration nature of food because its can resulting purple by anthosianin pigment as cyanidin 3 sophoroside, and cyanidin 3 glucoside. On this research is emphasized on temperature optimum for extracting mangosteen rind pigment with solven water and to know that pigment stability on condition sort. This research consisting of two steps. first step to extract mangosteen skin pigment with water as a solven on various temperature (30 0 C, 40 0 C, 50 0 C, 60 0 C, 70 0 C, 80 0 C, and 90 0 C), then membrane filtration is used for makes more concentrate its product by using Reverse Osmosis membrane type . Step II is test resulting pigment stability on condition sort. the Result observationaling to point out that pigment extraction of mangosteen skin (*Garcinia mangostana*) on temperature 90 0 C get pigment extract that have supreme color intensity with it maximal absorbance 0,100. Membrane purpose on processes concentrating pigment up to 1 hour, pointing out permeat's velocity relatively stable. stability test result e on various condition is as follows: (1) stored Influences on cold condition (in refrigerator) up to 2 days have top absorbance 0,252, meanwhile on room temperature has smaller absorbance which is 0,159. (2) pH's Influences, pH 4 its absorbance becomes 0,158, pH 3 as 0,362, and on pH 2 its absorbances 0,672 (3) sun-shine Influences up to 3 hour have absorbances 0,190 up to 6 its absorbance hours 0,203. (4) oxydator's influences on the first day gets absorbance 0,051, second day its absorbance 0.044 (5) lighting Influences put off the light absorbance first days 0,289 absorbance second days its 0.269.

Key words : extraction; membrane filtration; mangosteen; pigment

1. Pendahuluan

Zat warna banyak digunakan pada makanan, minuman, tekstil, kosmetik, peralatan rumah tangga dan banyak lagi. Penggunaan zat warna sangat diperlukan untuk menghasilkan suatu produk yang lebih bervariasi dan juga menambah nilai artistik produk tersebut..

Penggunaan pewarna sintesis dapat berbahaya bagi manusia karena dapat menyebabkan kanker kulit, kanker mulut, kerusakan otak dan lain-lain. serta menimbulkan dampak bagi lingkungan seperti pencemaran air dan tanah yang juga berdampak secara tidak langsung bagi kesehatan manusia karena di dalamnya terkandung unsur logam berat seperti Timbal (Pb), Tembaga(Cu), Seng (Zn) yang berbahaya. (Pristiyanto Djuni, 2002)

Penggunaan pewarna sintesis dapat digantikan dengan pewarna alam. Kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) bisa dipakai sebagai pewarna alami makanan karena menghasilkan warna ungu yang dihasilkan oleh pigmen yang bernama *anthosianin* seperti *cyanidin-3-sophoroside*, dan *cyanidin-3-glucoside*. Senyawa tersebut berperan penting pada pewarnaan kulit manggis (Warid, 2007).

Anthosianin adalah pigmen yang bisa larut dalam air. Secara kimiawi anthosianin bisa dikelompokkan ke dalam flavonoid dan phenolic. Zat tersebut bisa ditemukan di berbagai tanaman yang ada di darat. Anthosianin tidak ditemukan di tanaman laut, hewan atau mikroorganisme. Zat tersebut berperan dalam pemberian warna terhadap bunga atau bagian tanaman lain dari mulai merah , biru sampai ke ungu termasuk juga kuning dan tidak berwarna (seluruh warna kecuali hijau).

Zat warna dari kulit manggis dapat diambil dengan menggunakan teknik ekstraksi dan filtrasi membran dan untuk uji stabilitas zat warna yang dihasilkan, digunakan metode analisa absorbansi dengan spektrofotometri.

Ekstraksi dapat dipandang sebagai operasi pemisahan solute C dari campurannya dengan diluen A, dengan menggunakan sejumlah massa solven B sebagai tenaga pemisah (Mass Separating Agent, MSA). Dimana solven yang digunakan dalam penelitian ini adalah air.

Filtrasi membran adalah metode pemisahan suatu zat dari campuran homogenya dengan zat lain pada fase cair-cair dengan menggunakan sebuah membran. Membran adalah lapisan tipis yang memisahkan dua fasa yang membolehkan perpindahan spesi-spesi tertentu yang disukai dan menahan spesi lain yang tidak disukai. Membran telah banyak digunakan dalam proses pemisahan (filtrasi), salah satunya adalah dalam pemekatan jus.

Sudah lama ahli kimia menggunakan warna sebagai suatu pembantu dalam mengidentifikasi zat kimia. Dalam penggunaan dewasa ini, istilah spektrofotometri menyiratkan pengukuran jauhnya pengabsorpsian energi cahaya oleh suatu sistem kimia sebagai fungsi dari panjang gelombang radiasi, demikian pula pengukuran pengabsorpsian yang menyendiri pada suatu panjang gelombang tertentu. Di dalam metode spektrofotometri, apabila nilai absorbansi semakin besar atau transmitansi semakin kecil, menunjukkan bahwa konsentrasi dari suatu zat dalam larutan sampel semakin besar. Begitu juga sebaliknya.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mencari suhu yang tepat untuk mengekstraksi pigmen kulit buah manggis dengan solven air dan uji stabilitas zat warna dengan metode spektrofotometri dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai kondisi lingkungan terhadap karakteristik stabilitas zat warna dari kulit manggis.

2. Bahan Dan Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Agustus 2008 dan dilaksanakan di Laboratorium Pangan dan Bioproses Teknik Kimia Undip. Prosedur percobaan meliputi penyiapan bahan baku, ekstraksi, filtrasi membran dan uji stabilitas warna.

Bahan baku yang dipakai adalah Kulit manggis (*Garcinia Mangostana*) dan solvent yang digunakan adalah air untuk tahap ekstraksi.

Kulit manggis dipotong kecil-kecil kemudian diekstraksi menggunakan solven air pada suhu yang berbeda-beda (30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, dan 90 °C). Kemudian hasil ekstraksi diuji absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 510-500nm Kemudian hasil ekstraksi difiltrasi dengan membran kemudian dianalisa laju debit permeat tiap 5 menit.

Tahap terakhir adalah uji stabilitas warna terhadap pengaruh lingkungan

1. Pengaruh Sinar matahari.

Sepuluh ml dari larutan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dijemur dibawah sinar matahari interval 3 jam sekali dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 510 – 550 nm

2. Pengaruh sinar lampu.

Sepuluh ml dari larutan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian disinari oleh lampu dengan kekuatan 20 watt selama 48 jam dan setiap 12 jam sekali, dilakukan pengamatan terhadap absorbansinya pada gelombang 510-550 nm.

3. Pengaruh pH

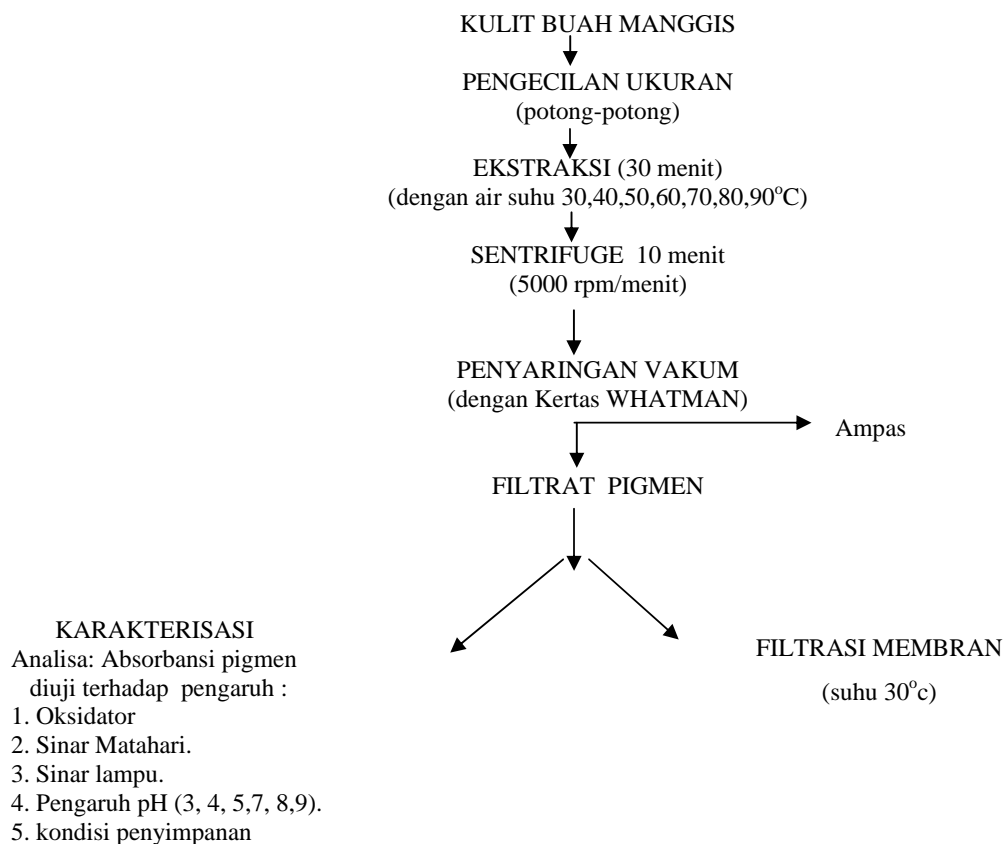
Stabilitas ekstrak pigmen dibuat dalam 3 tingkat keasaman (pH: 3, 4, 5). Retentat pigmen sebanyak 2ml dilarutkan dalam 100ml buffer asam sitrat sesuai dengan variasi pH. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang absorbansi pada 510-550 nm.

4. Pengaruh oksidator

Sepuluh ml larutan masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan oksidator H_2O_2 sebanyak 1 ml kemudian setiap 3 jam sekali dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 510 – 550 nm.

5. Pengaruh kondisi penyimpanan

Retentat disimpan ada suhu kamar dan pad suhu dingin ($15^\circ C$) setelah 2 hari dilakukan pengenceran yaitu ekatan pigmen cair dilarutkan sebanyak 2 ml dalam 100 ml air kemudian diukur absorbansinya pda panang gelombang 510-550 nm.



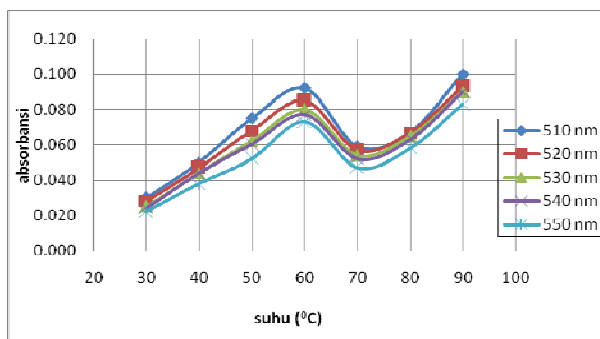
3. Hasil dan Pembahasan

Tahap I

Terdiri dari ekstraksi dan filtrasi membran.

Ekstraksi

Perbandingan suhu pada proses ekstraksi

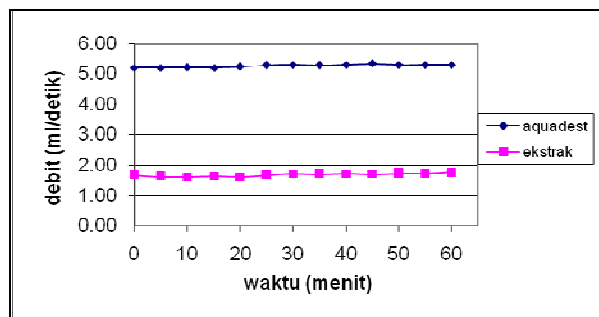


Gambar 1 grafik hubungan pengaruh suhu pada ekstraksi zat warna kulit manggis terhadap absorbansi

Pada ekstraksi zat warna dari kulit manggis dengan menggunakan solven aquadest dan proses ekstraksi pada suhu yang berbeda (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 °C), menunjukkan fenomena yang menarik. Dari grafik pada gambar 1 dapat dilihat bahwa awalnya absorbansi naik dari suhu 30 °C – 60 °C. Kenaikan absorbansi menunjukkan kenaikan intensitas warna yang terekstrak. Kemudian turun pada suhu 70 °C memperlihatkan penurunan intensitas warna (zat warna yang terekstrak turun). Lalu naik lagi hingga mencapai nilai maksimumnya pada suhu 90 °C. Sehingga terlihat seolah - olah terjadi dua tahap dalam proses ekstraksi zat warna dari kulit manggis ini. Tetapi bila diamati pada warna pada hasil ekstrak, maka pada suhu 30 °C – 50 °C warna hasil ekstrak adalah kuning dan semakin kuat warna kuningnya (intensitas warna naik). Kemudian hasil ekstrak pada suhu 60 °C, warnanya adalah campuran warna merah dan kuning. Pada suhu 70 °C – 90 °C, warna hasil ekstrak adalah merah keunguan dan semakin kuat warnanya (intensitas warna naik), serta hasil ampasnya berwarna kuning (warna kuning mengendap).

Anthosianin adalah zat warna yang bersifat polar dan akan larut dengan baik pada pelarut – pelarut polar (Budiarto, 1991 dan Hanum ,2000). Aquadest (air) adalah pelarut polar sehingga cukup baik untuk melarutkan anthosianin. Tetapi suhu cukup tinggi, yaitu anthosianin mulai dapat larut dengan baik pada suhu 70 °C, dimana ekstrak yang dihasilkan sudah berwarna merah keunguan semua (warna kuning tidak terlihat lagi). Penelitian yang telah lalu, yaitu pengambilan zat warna antosianin dari kulit rambutan dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan pelarut campuran ethanol dan HCl pada berbagai konsentrasi ethanol (70 % - 95 %), dan hasil terbaik adalah pada konsentrasi ethanol 95 % (Lydia dkk,2001). Hal ini menunjukkan bahwa kepolaran ethanol lebih mirip dengan kepolaran air, sehingga larut dengan baik pada pelarut alkohol. Oleh karenanya pada proses ekstraksi zat warna dari kulit manggis, suhu 90 °C adalah suhu yang paling baik.

Filtrasi membran



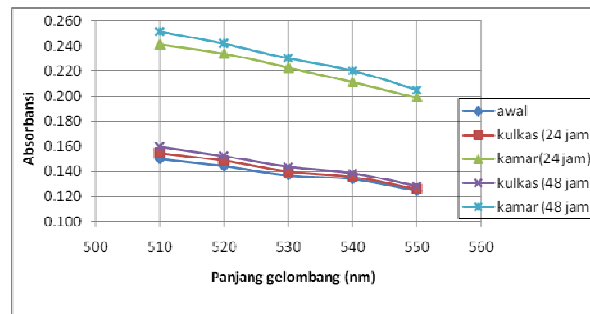
Gambar 2. Grafik hubungan waktu dengan laju permeatnya

Grafik pada gambar 2 menunjukkan hubungan antara waktu dengan laju permeat yang dihitung debitnya setiap 5 menit. Mula – mula membran digunakan untuk menyaring aquadest sebagai pembanding. Kemudian membran digunakan untuk menyaring ekstrak zat warna dari kulit manggis. Pada penyaringan ekstrak, laju permeat cenderung stabil. Hal ini menunjukkan bahwa pada penyaringan ekstrak, membran tidak mudah terjadi fouling. Hasil permeat pada penyaringan aquadest dan ekstrak adalah sama – sama air. Tetapi laju permeatnya berbeda cukup besar . laju permeat pada ekstrak lebih kecil, sebab umpan dari ekstrak mengandung suatu solute (zat warna).

Tahap II

Uji stabilitas warna

Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap stabilitas zat warna kulit manggis



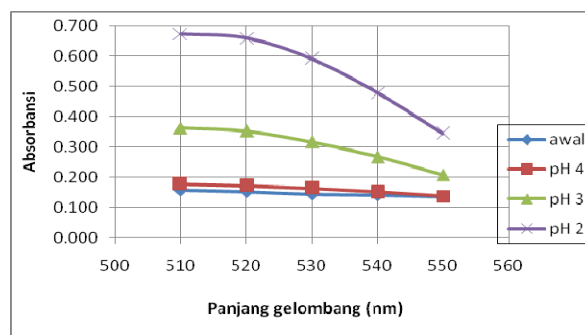
Gambar 3 Grafik hubungan pengaruh tempat penyimpanan terhadap absorbansi zat warna kulit manggis

Hasil pengamatan intensitas warna dari ekstrak kulit buah manggis yang telah disimpan pada suhu kamar dengan kondisi gelap selama 1 dan 2 hari menunjukkan perubahan intensitas warna yang cukup besar bila dibandingkan pada suhu dingin (kulkas), seperti yang ditunjukkan grafik pada gambar 3. Perubahan intensitas warna ini ditunjukkan dengan perubahan absorbansi.

Hasil penelitian dari Lydia dkk (2001) pada pengamatan intensitas warna dari kulit buah rambutan yang disimpan pada kondisi suhu kamar dan gelap selama 7 hari, menghasilkan penurunan intensitas warna sebesar 41 % bila dibandingkan dengan zat warna yang disimpan pada kondisi dingin (15°C). McLellan and Cash (1979), telah meneliti penyimpanan antosianin pada suhu $1,6$; $18,3$; dan $37,2^{\circ}\text{C}$, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu $1,6^{\circ}\text{C}$ merupakan kondisi yang paling baik dibandingkan dengan suhu $18,3^{\circ}\text{C}$ dan $37,2^{\circ}\text{C}$. Perubahan saat penyimpanan dimungkinkan disebabkan (1). Reaksi kopigmentasi. (2). Diduga ekstrak masih mengandung enzim polifenolase yang mengkatalis reaksi pencoklatan (Lydia 2001). Sehingga penyimpanan pada kondisi kamar mengakibatkan terjadinya perubahan intensitas zat warna yang cukup besar akibat dua hal tersebut. Dan penyimpanan pada kondisi dingin dapat menghambat terjadinya reaksi kopigmentasi dan reaksi pencoklatan

Pengaruh pH terhadap stabilitas zat warna kulit manggis

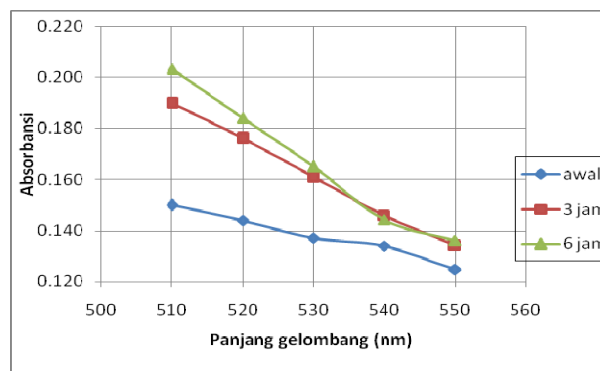
Hasil pengamatan pada pH yang berbeda memperlihatkan adanya kenaikan serapan (absorbansi) dengan menurunnya pH (semakin asam) seperti yang ditunjukan pada grafik gambar 4. Dan pengamatan warna dari zat warna dari kulit manggis setelah diturunkan pH-nya (4,3,2) terlihat warnanya semakin merah. Dan ketika dinaikkan pH-nya warnanya menjadi semakin coklat.



Gambar 4 Grafik hubungan pengaruh pH (asam) terhadap absorbansi zat warna kulit manggis

Kondisi pH (3,4,5) sangat mempengaruhi intensitas warna, seperti pada zat warna kulit rambutan (Lydia dkk, 2001). Semakin rendah nilai pH maka warna konsentrat makin merah dan stabil atau jika pH semakin mendekati satu maka warna semakin stabil. Hal ini disebabkan bentuk pigmen anthosianin pada kondisi asam adalah kation flavium sedangkan inti kation flavium dari pigmen anthosianin kekurangan electron sehingga sangat reaktif (Francis et al, 1982).

Pengaruh sinar matahari terhadap stabilitas zat warna kulit manggis



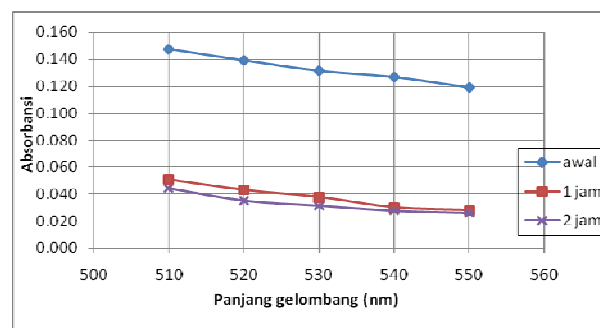
Gambar 5 Grafik hubungan pengaruh penyinaran matahari terhadap absorbansi zat warna kulit manggis

Sinar matahari merupakan salah kondisi yang menyebabkan terjadinya perubahan warna. Benda - benda di sekitar manusia, apabila diamati, terlihat bahwa benda - benda yang sering terkena sinar matahari secara langsung mengalami perubahan warna lebih cepat dibanding dengan benda – benda yang terkena sinar matahari secara tidak langsung (pada kondisi lain yang sama). Begitu pula pada zat warna dari kulit manggis ini. Intensitas warnanya berubah cukup besar terhadap sinar matahari seperti yang ada pada grafik, meskipun absorbansinya semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa zat warna ini tidak stabil terhadap sinar matahari.

Pada pengamatan terhadap stabilitas warna dari kulit rambutan, adanya sinar matahari menyebabkan degradasi pigmen yang ditunjukkan penurunan absorbansi, dimana secara visual perubahan pigmen semakin bening kemudian warna merah tidak terlihat. Penurunan nilai absorbansi atau pemucatan warna disebabkan karena terjadinya perubahan struktur pigmen anthosianin sehingga bentuk aglikon menjadi kalkon (tidak berwarna) dan akhirnya membentuk alfa diketon yang berwarna coklat. (Lydia dkk,2001).

Pada penelitian ini, absorbansi semakin besar dengan lamanya penyinaran matahari seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Hal ini disebabkan, matahari adalah sumber sinar utama untuk bumi dan atmosfer. Energinya berkisar $2,25 \times 10^{27}$ joule/detik. Energy yang datang dari matahari disebut insolasi. Insolasi ini terdiri atas sinar-sinar radiasi yang tersusun dari bermacam-macam panjang gelombang. Sinar dengan panjang gelombang lebih pendek akan menghasilkan efek fotokimia tertentu dan mampu mempercepat proses oksidasi biomolekul juga proses kematangan buah. Hal ini ditunjukkan pula pada warna pada kulit buah manggis dimana semakin matang buah maka warna kulit buah semakin keunguan (Lydia dkk,2001).

Pengaruh oksidator terhadap stabilitas zat warna kulit manggis



Gambar 6 Grafik hubungan pengaruh oksidator terhadap absorbansi zat warna kulit manggis

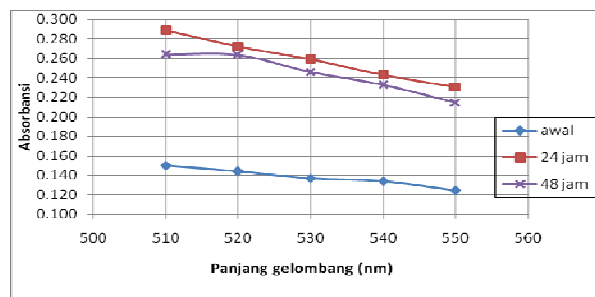
Hasil analisa absorbansi dengan spektrofotometri menunjukkan adanya penurunan absorbansi setelah di tambah oksidator H_2O_2 pada pengamatan setelah 1 jam dan 2 jam seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Dari penelitian Lydia S. dkk. (2001), hasil pengamatan intensitas warna dari ekstrak kulit rambutan terhadap pengaruh oksidator memberikan pengaruh yang nyata, hal ini dapat dilihat dari hilangnya absorbansi maksimum pada konsentrat yang telah disimpan selama 12 jam dan diukur absorbansinya setiap 3 jam.

Akibat penambahan oksidator menyebabkan penurunan serapan atau berkurangnya kadar pewarna yang disebabkan akibat penyerangan pada gugus reaktif pada pewarna oleh oksidator, sehingga gugus reaktif yang bersifat memberi warna berubah menjadi tidak memberi warna. Dijelaskan pula oleh Hanum (2000) bahwa adanya

oksidator dalam larutan menyebabkan kation flavium yang berwarna merah kehilangan proton dan berubah menjadi karbinol yang tidak memberi warna.

Pengaruh lama penyinaran terhadap stabilitas zat warna kulit manggis

Penyinaran lampu mempengaruhi kestabilan anthiosianin. Dari gambar 7 dapat dilihat adanya perubahan absorbansi yang cukup besar hampir dua kali dari absorbansi semula. Mula – mula absorbansi naik (pada 24 jam), kemudian turun (pada 48 jam). Hal ini menunjukkan bahwa sinar lampu mempunyai pengaruh yang besar terhadap kestabilan warna.



Gambar 7 Grafik hubungan pengaruh lama penyinaran lampu terhadap absorbansi zat warna kulit manggis

Faktor utama yang mempengaruhi stabilitas warna anthosianin adalah pH, temperature, cahaya dan oksigen. Kestabilan pigmen antosianin pada kulit buah rambutan juga dipengaruhi oleh adanya sinar lampu. Antosianin memiliki kecenderungan yang kuat mengabsorpsi sinar tampak dan energi radiasi sinar menyebabkan reaksi fotokimia pada spektrum tampak dan mengakibatkan perubahan warna (Lydia dkk, 2001).

4. Kesimpulan

Ekstraksi zat warna dari kulit manggis (*Garcinia mangostana*) pada suhu 90 °C menghasilkan ekstrak zat warna yang memiliki intensitas warna tertinggi dengan absorbansi maksimalnya 0,100.

Pada penggunaan membran : Penggunaan membran pada proses pemekatan zat warna selama 1 jam, menunjukkan laju permeat yang relatif stabil

Zat warna dari kulit manggis yang diekstrak dengan air mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Dipengaruhi oleh pH dimana pH 4 absorbansi maksimalnya 0,158, pH 3 absorbansi maksimalnya 0,362, pH 2 absorbansi maksimalnya 0,672
- Dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dan lama penyimpanan : kulkas setelah hari ke 2 absorbansi maksimalnya 0,252 sedangkan suhu kamar setelah hari ke 2 absorbansi maksimalnya 0,159
- Dipengaruhi oleh sinar matahari : setelah 3 jam absorbansi maksimalnya 0,190. Setelah 6 jam absorbansi maksimalnya 0,203
- Dipengaruhi oleh penyinaran lampu : hari 1 absorbansi maksimalnya 0,289 dan hari ke 2 absorbansi maksimalnya 0,269
- Dipengaruhi oleh oksidator : jam ke 1 absorbansi maksimalnya 0,051 dan pada jam ke 2 absorbansi maksimalnya 0,044

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Allah SWT atas nikmat yang telah diberikan-Nya, Program PKM Dirjen Dikti Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini, Bapak Dr. I. Nyoman Widiasta, ST. MT. selaku dosen pembimbing atas bimbingan yang telah diberikan serta semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Daftar Pustaka

- Alwani, Namad. (2003). '*Studi Pengambilan Zat Warna Alami Dari Ekstraksi Pandan Wangi Dengan Teknologi Membran*', Teknik Kimia Undip.
- Broto, wisnu (1991) Kajian Morfologis, Anatomis dan Histologis Buah Rambutan Binjai. Jurnal Holtikultura 1, (4):1-7
- Budiarto, H. (1991) Stabilitas Antosianin (*Garcinia mangostana*) dalam Minuman Berkarbonat. (Skripsi). Jurusan Teknologi Pertanian. Insitut Pertanian Bogor.
- Djuni, Pristiyanto. (2002). '*Pewarna Kue Yang Alami*', [Http://Www.SuaraMerdeka.Com/Harian/021/14/Ragam,Htm](http://Www.SuaraMerdeka.Com/Harian/021/14/Ragam,Htm).

- Hanum, T. (2000) Ekstraksi dan Stabilitas Zat Pewarna Alam dari Katul Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa glutinosa*). Buletin Teknologi dan Industri Pangan XI (1) : 17 – 23.
- International Chemical Safety Cards. (1993). [Http://International Chemical Safety Cards \(Who/Ipcs/Ilo\).Htm](http://International Chemical Safety Cards (Who/Ipcs/Ilo).Htm).
- Koppert, Gerrit (2004). '*Rhapanus with Increased Anthocyanin Levels*'. United States patent.
- Kosim, Warid. (2007). '*Kulit Buah Manggis Sebagai Anti Oksidan*', [Http://Www.Pikiran-Rakyat.Com/Arsip/Kampus.Html](http://Www.Pikiran-Rakyat.Com/Arsip/Kampus.Html)
- Lydia S. Wijaya1, Simon B. Widjanarko, Tri Susanto. (2001). Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum*). Var. Binjai Biosain, Vol. 1 No. 2, hal. 42-53
- McLellan, M. R. and Cash, J. N. (1979) Application of Anthocyanins as Colorants for Maraschino-Type Cherries. *Journal of Food Science* 44 (2): 483-487.
- Mulder, M. (1999). '*Basic Principle Of Membrane Technology*', 2nd Edition, Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Robert, Perry. (1996). *Perry's Chemical Engineering Handbook*, Mc-Graw Hill. Inc
- Shi, Z., Lin, M., and Francis, F. J., (1992). Stability of Anthocyanins from *Tradescania pallida*. *Journal of Food Science* 57 (3); 758 - 760.
- Wahyuningsih. (2003). '*Studi Pengambilan Zat Warna Alami Dari Ekstraksi Kunyit Dengan Teknologi Membran*'. Teknik Kimia Undip.